

АСМ-анализ поверхности гетерогенных анионообменных мембран после электродиализа природных вод

Э.М. Акберова, А.М. Яцев, М.Д. Малыхин, В.И. Васильева

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», 394018, Воронеж, Россия
elmara_09@inbox.ru*

Длительная эксплуатация гетерогенных анионообменных мембран в электродиализных аппаратах при обессоливании природных вод приводит к значительным изменениям морфологии их поверхности. Мембраны после электродиализа имели морфологически макронеоднородную поверхность с незначительной долей микрошероховатости.

Analysis of the surface of heterogeneous anion-exchange membranes after electro dialysis of natural waters by the AFM method

E.M. Akberova, A.M. Yatsev, M.D. Malykhin, V.I. Vasil'eva

FSBEE HE «Voronezh State University», 394018, Voronezh, Russia

Long-term operation of heterogeneous anion-exchange membranes in electro dialysis apparatus during desalination of natural waters leads to significant changes in the morphology of their surface. The membranes after electro dialysis had a morphologically macro-inhomogeneous surface with an insignificant share of micro-roughness.

Объектом исследования была выбрана выпускаемая ООО «Щекиноазот» (г. Щекино) в промышленном масштабе гетерогенная анионообменная мембраны МА-40 на основе полифункционального анионита ЭДЭ-10П. Микроскопический анализ поверхности проводился для химически кондиционированных и образцов мембран после длительной эксплуатации в электродиализных аппаратах. Образцы мембраны МА-40 были извлечены из приэлектродной секции реверсного электродиализатора после 1000 часов работы при обессоливании природных вод Аральского региона с высоким значением жесткости, в составе которых содержится большое количество хлоридов и сульфатов.

Микроскопические исследования структурных изменений мембраны проводили методом атомно–силовой микроскопии (АСМ) с помощью сканирующего зондового микроскопа корпорации NT-MDT модели Solver P47 Pro (Россия, г. Зеленоград) в полуконтактном режиме на сухих образцах. Сканирование осуществляли кантилевером типа NSG20.

Микрофотографии поверхности образцов анионообменной мембраны после длительной эксплуатации показала, что в процессе эксплуатации произошли значительные изменения морфологии поверхности (Рис. 1).

Гистограмма плотности распределения высот поверхности (Рис. 2) анионообменной мембраны МА-40, проработавшей в электродной секции реверсивного электродиализного аппарата при обессоливании природных вод, характеризовалась слабо выраженным размытым максимумом, соответствующим области макроскопически развитой поверхности, что демонстрировало морфологически неоднородную поверхность с незначительной долей микрошероховатости по сравнению с поверхностью образца после кондиционирования.

На АСМ–изображениях поверхности образца анионообменной мембраны МА-40 из приэлектродной секции реверсивного электродиализного аппарата отдельные локальные неоднородности рельефа достигали 0,8 – 1,2 мкм, в то время как на поверхности кондиционированного образца разброс неоднородностей по высоте составлял 0,5 – 0,8 мкм.

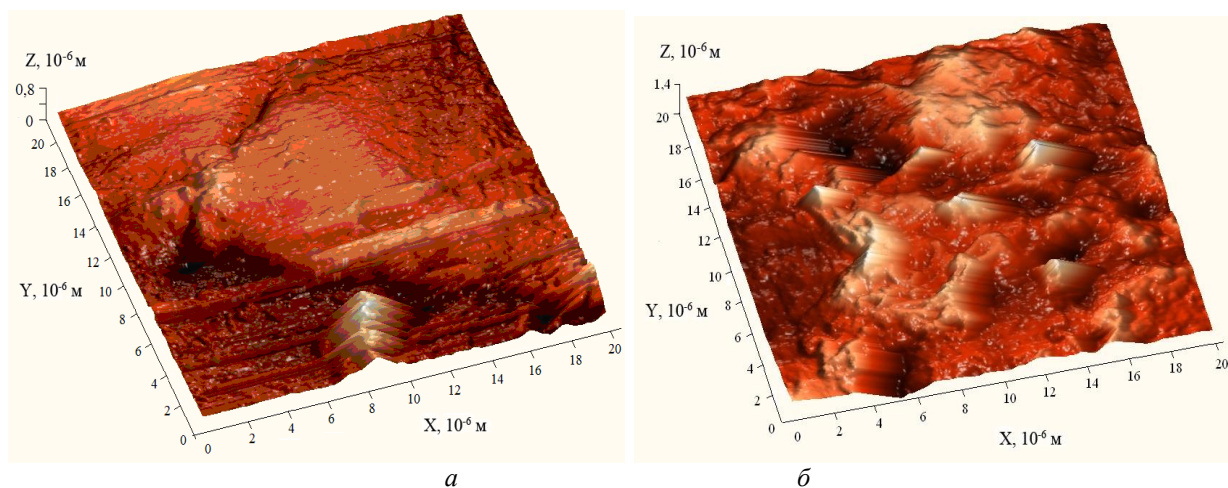


Рисунок 1. Трехмерное АСМ–изображение поверхности гетерогенной анионообменной мембраны МА-40 кондиционированной (а) и проработавшей в приэлектродной секции реверсного электродиализного аппарата (б). Площадь сканирования 20×20 мкм.

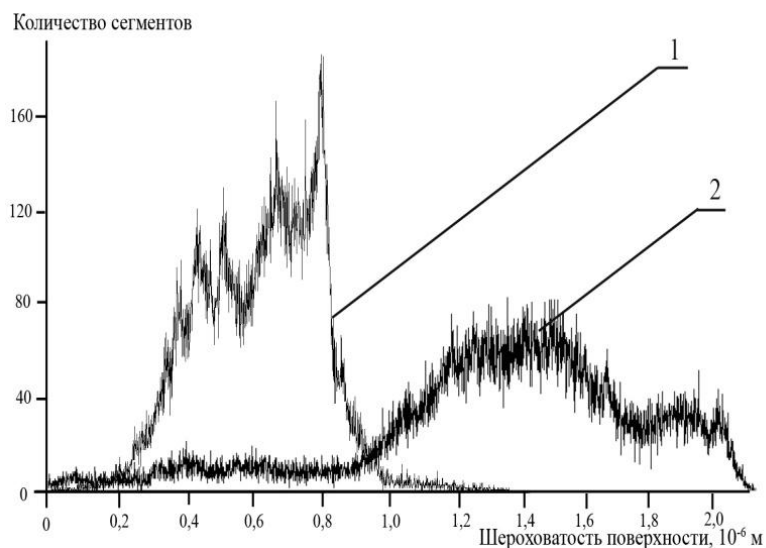


Рисунок 2. Гистограммы плотности распределения значений высот поверхности гетерогенной анионообменной мембраны МА-40 после кондиционирования (1) и проработавшей в электродиализном аппарате (2). Площадь сканирования 20×20 мкм.

Средняя арифметическая шероховатость поверхности имела величину 240 нм, средняя квадратичная шероховатость 300 нм, максимальный перепад высот $R_y=1574$ нм, что в три раза больше соответствующих параметров для мембраны после кондиционирования. У кондиционированных образцов мембраны максимальная плотность распределения составляла 160. Асимметрия распределения профиля имела положительное значение 0,2 нм, а величина эксцесса 0,07 нм свидетельствовала о незначительной протяженности распределения.

Микрофотографии поверхности мембран получены в ЦКПНО ВГУ.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ (проект № 15-08-05031).